第２章
高齢者の色彩弁別能力

2.1. はじめに

今日の高齢社会では、高齢者の増加に対して医療・介護・安全など様々な社会システムの見直しが必要となり、高齢者に配慮した環境の改善も急務となっている。健康で、活動的な高齢者の多くは、様々な社会活動にも積極的に参加し、行動範囲は拡大している。しかし、加齢に伴う体力・視力・環境への適応能力などが低下することは避けることができない。特に健常者の視覚機能の低下は、連続的に徐々に進行するために意識され難い。また、高齢者のための生活環境に対する配慮が充分とは言えないのが現状である。そこで、本研究では高齢者の視覚特性に着目し、快適で安全な色彩環境づくりを目指すために、高齢者の色彩弁別能力の実態について調査することを目的とした。

これまで、高齢者の視覚特性についての研究(福田ら 1963、吉田ら 1989、吉田ら 1990、行田 1991、矢野ら 1991、福田 1991、吉田ら 1992、金谷ら 1992、中嶋 1992、吉田ら 1993、矢野ら 1993、金谷 1993、梶原 1997、佐藤 1998、岡嶋ら 1998、原田ら 2002、)は多くなされているが、今までの研究では、高齢者層の対象者が少数であり、100 hue test を行なう光源や照度など検査条件が異なっているため、一律の比較は不可能である。また、100 hue test はかなり時間を要することから、高齢になるほど負担が大きく調査は困難である。しかし、高齢者群としての実態を把握するために、100 名の対象者の協力を得て、100 hue test を行なうこととした。

そこで、本研究では、高齢者の対象年齢を 60～85 歳とし、視力や白内障との関係について分析し、100 色相すべての色彩弁別能力を示す方法で検討を行った。

2.2. 調査方法

2.2.1. 調査のための装置

調査は原則として調査対象者が日常利用している施設、および大学の施設内で行なうため、図 2−1 に示す持ち運び可能な装置を製作した。製作に当たっては梶原(1997)の方法を参考にした。

実験装置は幅 80cm、高さ 40cm、奥行き 70cm の大きさで、100 hue test を行なうのに十分な大きさとした。天井面に色比較・検査用 D_{65} 蛍光ランプ(FL20S･D - EDL - D_{65} 東芝ライテック株式会社製) 20W を 2 本設置した。装置内の天井及び側面には、反射光の影響を受けないように無光沢黒色ラシャ紙を貼り、さらに、100 色相が作業面の色の影響を受けないように、N 7 に近似する灰色ラシャ紙を貼った。

作業面照度は CIE 1975 室内推奨照度と、日本工業規格の照度基準 JIS Z 9110 とを参考に、日常の生活環境を想定して約 500Lux とした。調査中は被験者側開口部より光が入射しないように黒色布で覆った。

図 2-1　製作した装置

2.2.2. 調査対象者、場所、時期、方法

調査を行なう前に協力者には同意書を読んでもらった。(巻末資料-1)同意書には、色についての調査であることを強調し、調査結果については統計的に処理し、個人が特定できる取り扱いはしないことを明記した。なお、一般に石原式検査表に代表される色覚異常検査については、2001年労働安全衛生法関係省令及び2002年学校保健法施行規則で色覚検査が廃止されていることを尊重し、本調査では行なっていない。色覚障害のある人は、日本人の多くを占める黄色人では男性の約5%、女性の約0.2%が、赤や緑の混じった特定の範囲の色について差を感じにくいという色覚特性をもっていることが知られている(岡部ら 2002)が、本研究では調査対象者(男性15名、女性85名)は、同意書に同意した者のみとした。

調査は次の方法で実施した。

(1)調査対象者：60～85歳の高齢者100名

(男性 15名、女性 85名、平均年齢70.2歳　SD 5.2歳) である。

調査対象者の性別、年齢、眼疾患の有無を表2-1に示す。

眼疾患については自己申告してもらった。ここでは、眼疾患のうち、白内障の有無に着目し、以下の3つに区分した。白内障の有無は聞き取り調査のため、白内障の程度やタイプについての詳細な検査は行なっていない。

N(normal)　：白内障を有しないと考えられる (眼科医に告知されていない、わからない) 者

C(cataract)：白内障を有する(眼科医に告知された)者

O(operated)：白内障の手術を受けた(現在、白内障ではない)者

(2)調査場所：高知県高知市内にある高知県立ふくし交流プラザ、高知市南部健康福祉センターおよび高知女子大学永国寺キャンパスの3ヶ所で行なった。

(3)調査時期：平成15年6月～8月

(4)使用機器：100 hue test(日本色研100色相配列検査器［ＮＤ-100］)

(日本色研事業株式会社製)

この検査器は、CIE 1964 均等色空間上で標準光源Cで照明したとき、隣り合う色がCIE色差1単位レベルとなる明度6の100種類の色コマから構成され、便宜上25個ずつ4本のサオ型操作板に分けられたものである。明度、彩度を同じにそろえた100色相の色コマを色相順に並べていくことで、微妙な色の違い(CIE色差1単位レベル)を判断する能力を調べることができる。100種の色コマの座標値を表2-2に示す。

表 2-1　調査対象者

番号	性別	暦年齢	眼疾患	番号	性別	暦年齢	眼疾患	番号	性別	暦年齢	眼疾患	番号	性別	暦年齢	眼疾患
1	男	60	N	26	女	67	N	51	女	70	C	76	女	73	C
2	男	60	N	27	女	67	C	52	女	70	N	77	女	74	C
3	女	60	N	28	男	68	N	53	女	70	C	78	女	74	N
4	男	61	N	29	男	68	N	54	女	70	N	79	女	75	N
5	女	61	N	30	女	68	N	55	女	70	N	80	女	75	N
6	男	62	N	31	女	68	N	56	女	70	C	81	女	75	N
7	女	62	O	32	女	68	N	57	女	70	C	82	男	76	C
8	男	63	N	33	女	68	C	58	女	71	C	83	女	76	N
9	女	63	N	34	女	68	N	59	女	71	C	84	女	76	O
10	男	64	N	35	女	68	N	60	女	71	N	85	女	76	N
11	女	64	N	36	女	68	N	61	女	71	C	86	女	76	C
12	女	64	N	37	女	68	N	62	女	71	N	87	男	77	N
13	女	64	N	38	女	68	C	63	女	71	N	88	男	77	N
14	女	64	N	39	女	68	N	64	女	71	N	89	女	77	C
15	女	64	N	40	男	69	O	65	男	72	N	90	女	77	N
16	女	64	N	41	女	69	C	66	女	72	N	91	女	77	C
17	女	65	N	42	女	69	N	67	女	72	N	92	女	77	N
18	男	66	N	43	女	69	N	68	女	72	C	93	女	77	O
19	女	66	N	44	女	69	C	69	女	72	N	94	女	77	C
20	女	66	N	45	女	69	N	70	女	72	N	95	女	77	C
21	女	66	C	46	女	69	C	71	女	72	N	96	女	79	N
22	女	66	N	47	女	69	C	72	女	73	C	97	女	80	C
23	女	67	N	48	男	70	N	73	女	73	N	98	女	80	O
24	女	67	N	49	女	70	N	74	女	73	N	99	女	83	C
25	女	67	C	50	女	70	N	75	女	73	N	100	女	85	C

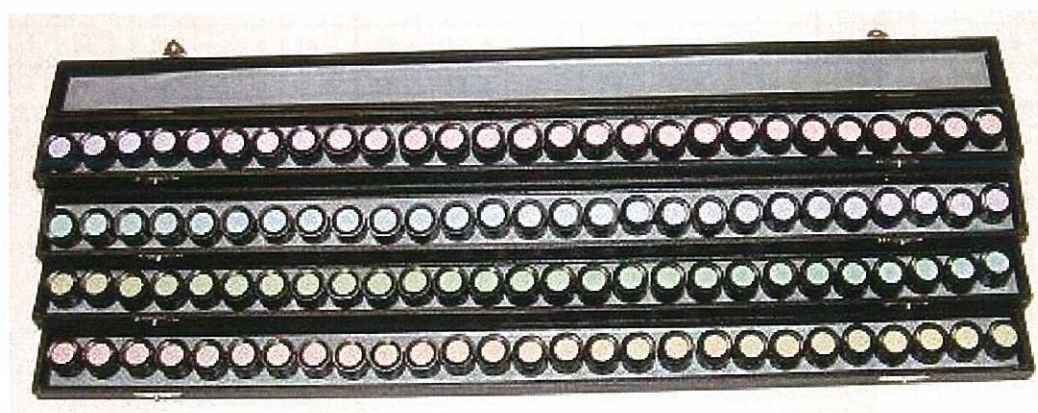
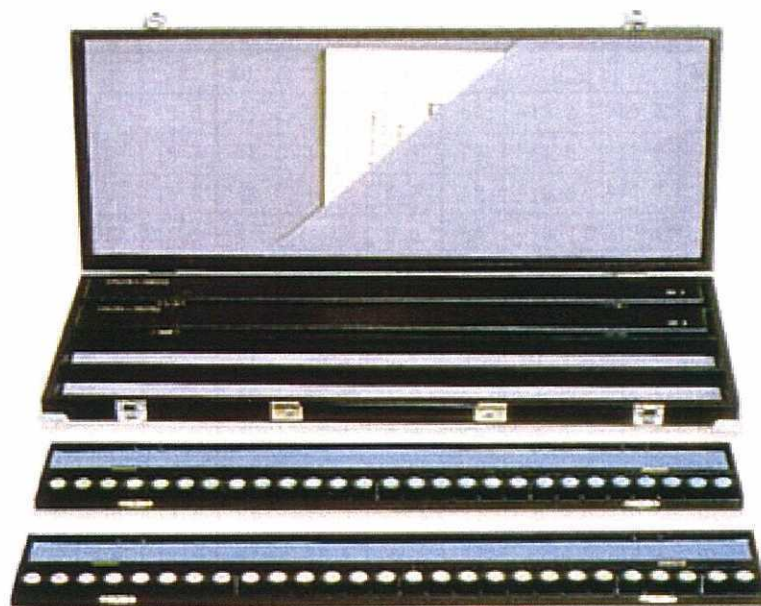



図 2-2　日本色研 100 色相配列検査器 [ＮＤ-100]

(5) 調査条件：持ち運び可能な装置(図 2-1)を製作し、調査に用いた。
実際に調査を行なっている状況を図 2-3 に示す。
調査時は入り口の開口部は黒色布で覆っている。

表 2-2　100 種の色コマの座標値(CIE 1964 均等色空間)

NO.	U*	V*	NO.	U*	V*	NO.	U*	V*	NO.	U*	V*	NO.	U*	V*
1	15.9	1.1	21	3.8	15.5	41	-13.5	8.4	61	-12.2	-10.3	81	6.0	-14.8
2	15.8	2.1	22	2.9	15.7	42	-14.1	7.6	62	-11.5	-11.0	82	6.9	-14.4
3	15.6	3.1	23	1.9	15.8	43	-14.5	6.7	63	-10.8	-11.7	83	7.8	-13.9
4	15.4	4.1	24	0.9	15.9	44	-14.9	5.8	64	-10.1	-12.4	84	8.7	-13.4
5	15.1	5.1	25	-0.1	16.0	45	-15.2	4.8	65	-9.3	-13.0	85	9.5	-12.8
6	14.8	6.0	26	-1.1	15.9	46	-15.5	3.8	66	-8.4	-13.5	86	10.3	-12.2
7	14.4	6.9	27	-2.1	15.8	47	-15.7	2.9	67	-7.6	-14.0	87	11.0	-11.5
8	13.9	7.8	28	-3.1	15.6	48	-15.8	1.9	68	-6.6	-14.5	88	11.7	-10.8
9	13.4	8.7	29	-4.1	15.4	49	-15.9	0.9	69	-5.7	-14.9	89	12.4	-10.1
10	12.8	9.5	30	-5.1	15.2	50	-15.9	-0.1	70	-4.8	-15.2	90	13.0	-9.3
11	12.2	10.3	31	-6.0	14.8	51	-15.9	-1.1	71	-3.8	-15.5	91	13.5	-8.4
12	11.5	11.0	32	-6.9	14.4	52	-15.8	-2.1	72	-2.9	-15.7	92	14.0	-7.6
13	10.8	11.7	33	-7.8	13.9	53	-15.6	-3.1	73	-1.9	-15.8	93	14.5	-6.6
14	10.1	12.4	34	-8.7	13.4	54	-15.4	-4.1	74	-0.9	-15.9	94	14.9	-5.7
15	9.3	13.0	35	-9.5	12.8	55	-15.1	-5.1	75	0.1	-16.0	95	15.2	-4.8
16	8.4	13.5	36	-10.3	12.2	56	-14.8	-6.0	76	1.1	-15.9	96	15.5	-3.8
17	7.6	14.0	37	-11.0	11.6	57	-14.4	-6.9	77	2.1	-15.8	97	15.7	-2.9
18	6.6	14.5	38	-11.7	10.8	58	-13.9	-7.8	78	3.1	-15.6	98	15.8	-1.9
19	5.7	14.9	39	-12.4	10.1	59	-13.4	-8.7	79	4.1	-15.4	99	15.9	-0.9
20	4.8	15.2	40	-13.0	9.3	60	-12.8	-9.5	80	5.1	-15.2	100	16.0	0.1

図 2-3　調査風景

2.2.3. 調査内容

(1)視力測定

一般的に用いられている中和泉式試視力装置 5m用(木原医科工業株式会社製)を使用した。この検査器は、携帯性に優れ場所をとらないため、施設での視力測定の際にも比較的簡単に検査を行なうことが可能である。眼鏡着装を含む矯正視力とした。

(2)100 色相配列検査による色彩弁別能力検査

検査時間は設定せず、各自のペースで並べ替えを行ってもらった。

(3)眼疾患の有無についての聞き取り調査

眼疾患のうち、高齢者層に多いと思われる白内障について、白内障を有しないと考える、白内障を有する、白内障の手術を受けた、のいずれかを自己申告してもらった。

2.2.4. 分析方法

(1)100 hue test の総偏差点

100 hue test の結果は、調査対象者が配列した色コマの番号をその順番に専用の記録用紙(スコアシート)に記録し、その結果と実際に配置されるべき色相順の位置関係から、定められた計算方法（Kinnear法）に基づいて偏差点を算出した。実際には、配置されるべき色コマの番号の下に調査対象者が配列した色コマの順序を記入し、それぞれの色コマに対してその隣接する色コマとの番号の差を計算する。その隣同士の差を加え、その数から 2 を引いた数を実際に配置されるべき色コマの偏差点とするものである。各偏差点を合計して総偏差点を求めた。Kinnear 法では、総偏差点はまったく色順に誤りがない場合は「0」、隣り合う色順を 1 つ誤ると「4」となり、総偏差点は 4 の倍数となる。総偏差点は 100 hue test 全般の色彩弁別能力の違いをとらえることができる。

まず、調査対象者の総偏差点を、ND-100 の取扱説明書に明記されている総偏差点の評価基準(参考）に従って、優(総偏差点 16 以下)、良(総偏差点 20～48)、可(総偏差点 52～80)、総偏差点 84 以上の 4 区分

に分類した。

5 歳刻みの各年齢層について年齢層別の平均総偏差点を比較した。総偏差点と暦年齢、総偏差点と視力との相関関係について分析を行った。

(2)100 色相別の平均偏差点

Kinnear 法によって算出された偏差点は、No.1～No.100 までの各々の色コマに対する色彩弁別能力としてとらえることができる。従来は、4 本の各サオ別に偏差点を合計し、第 1 のサオ(No.1～No.25)は赤黄緑色系の色彩弁別能力、第 2 のサオ(No.26～No.50)は黄緑青系の色彩弁別能力、第 3 のサオ(No.51～No.75)は緑青紫系の色彩弁別能力、第 4 のサオ(No.76～No.100)は紫赤色系の色彩弁別能力として評価されてきた。しかし、この 4 つのサオは便宜上 25 個ずつに分けたもので、色コマの区切りに関しては特別な意味はない。本研究では、100 色相すべてをレーダーチャートのパターングラフに示す方法で、100 色相別の平均偏差点を算出した。さらに、各年齢層別の平均偏差点の比較を行なった。

(3)眼疾患有無別の分析

眼疾患のうち、白内障の有無（以下眼疾患の有無と表す。）について分析した。

眼疾患有無別の総偏差点を算出し、眼疾患有無別での総偏差点の平均値の差の検定を行った。また、眼疾患有無別の 100 色相別平均偏差点についても分析を行った。さらに、眼疾患のうち、白内障有の者と無の者との間で 100 色相別の平均偏差点について平均値の差の検定(t 検定)を行い比較した。偏差点は間隔尺度で、間隔尺度変数に対して使用できる分析手法は比例尺度変数に対しても使用できるが、逆は成立たないことから、t 検定を行ない比較した。

2.3. 結果

2.3.1. 対象者について

対象者の性別、年齢層、眼疾患特性を表 2-1、2-2、2-3 に示した。

表 2-1 対象者の性別

性 別	人 数	割 合(%)
男 性	15	15
女 性	85	85
合 計	100	100

表 2-2 対象者の年齢層

年 齢 層	人 数	割 合(%)
60～64歳	16	16
65～69歳	31	31
70～74歳	31	31
75～79歳	18	18
80歳 以 上	4	4
合 計	100	100

表 2-3 対象者の眼疾患特性(白内障のみで分類)

眼 疾 患 特 性	人 数	割 合(%)
白内障を有しない	66	66
白内障を有する	29	29
白内障の手術を受けた	5	5
合 計	100	100

年齢層別の眼疾患有の者は、図 2-4 に示すように、65～69 歳の年齢層においては 31 名中 9 名 (29.0%)、70～74 歳の年齢層においては 31 名中 11 名(35.5%)、75～79 歳の年齢層においては 18 名中 6 名(33.3%)で、全対象者の 80%以上を占める 65～79 歳の年齢層において、80 名中 26 名(51.0%)と多かった。

対象者の暦年齢と視力(矯正)との関係において、図 2-5 に示すように r=-0.239 で低い負の相関がみられ、有意性($p<0.05$)が認められた。年齢の増加とともにやや視力の低下がみられた。

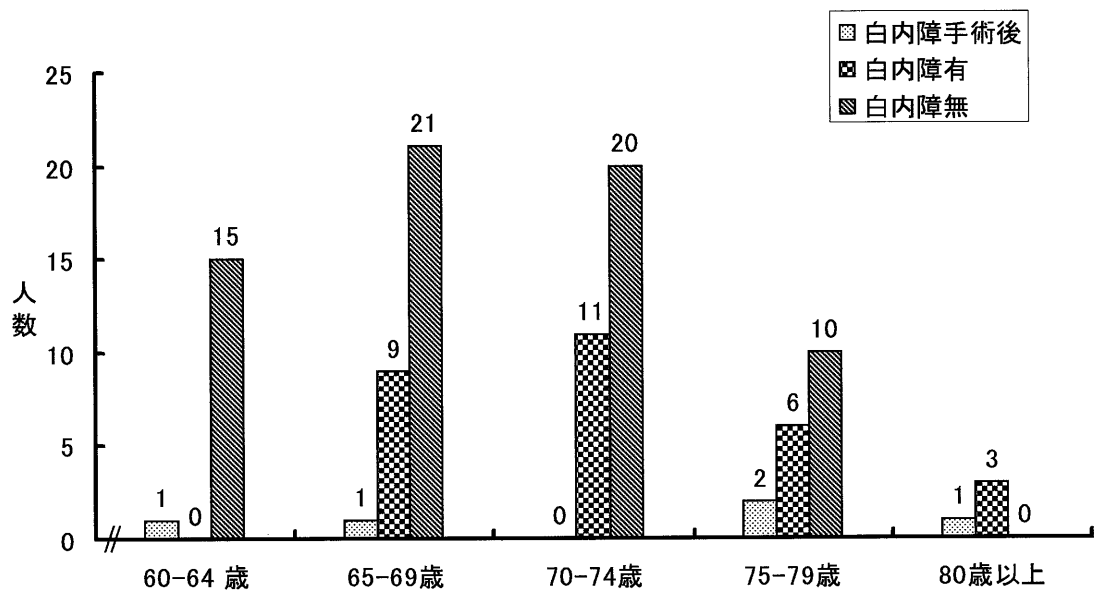



図 2-4 年齢層別・眼疾患(白内障)有無別の対象者数

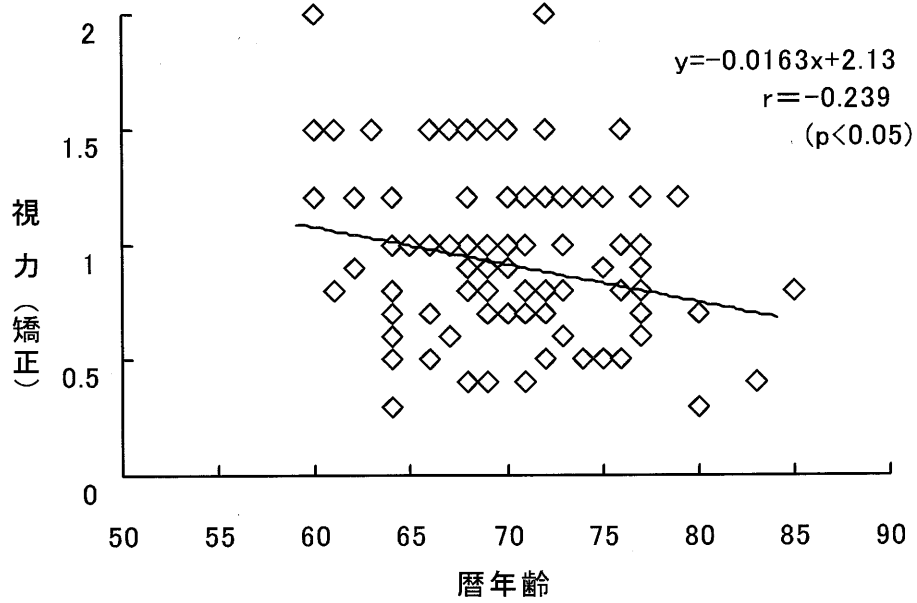



図 2-5 暦年齢と視力(矯正)との関係

2.3.2. 100 hue test による色彩弁別能力

調査対象者 100 名の 100 hue test による総偏差点を、ND-100 の総偏差点の評価基準(ND-100 取扱説明書 p.5 参照)を参考に分類した結果を表 2-4 に示す。評価基準は「優」(総偏差点 16 以下)、「良」(総偏差点 20〜48)、「可」(総偏差点 52〜80)の 3 区分となっている。

評価基準の「優」は該当者なし。「良」は女性に 1 名。「可」は女性に 5 名。「優」「良」「可」を合わせた該当者は 6 名しかおらず、基準外が 94 名(94.0%)であった。この評価基準の数値は、あくまで参考値ではあるが、高齢者の 94%が総偏差点 84 以上であったことから、その要因が色覚異常なのか、眼の加齢に伴う異常なのか判断できないため、総偏差点について全体を平均する方法で分析を行なうこととした。

表 2-4 総偏差点の評価基準(参考)による分類

	評価基準(総偏差点)		優 16以下		良 20〜48		可 52〜80		優・良・可の合計 0〜80		優・良・可以外 84以上	
	性別	人数	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
高齢者	女性	85	0	0	1	1.2	5	5.9	6	7.1	79	92.9
	男性	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100.0
	合計	100	0	0	1	1.0	5	5.0	6	6.0	94	94.0

100 hue test による総偏差点は、点数が高いほど色彩弁別能力が低いことを示している。高齢者 100 名の平均値は 225.2 点(SD 138.1 点)であった。年齢層別の総偏差点の結果を図 2-6 に示した。図 2-6 より加齢とともに総偏差点が高くなり、色彩弁別能力は低くなっている。特に、80 歳以上の総偏差点は急激に高くなり、75-79 歳の約 2 倍となっている。

総偏差点と暦年齢との関係では、図 2-7 に示すように $r=0.433$ のかなり正の相関がみられ、有意性($p<0.01$)が認められた。加齢とともに総偏差点は高くなり、色彩弁別能力の低下がみられた。また、総偏差点と視力(矯正)との関係では、図 2-8 に示すように $r=-0.308$ で低い負の相関がみられ、有意性($p<0.01$)が認められた。視力が悪くなるにつれて、総偏差点は高くなり、色彩弁別能力が低くなっている。

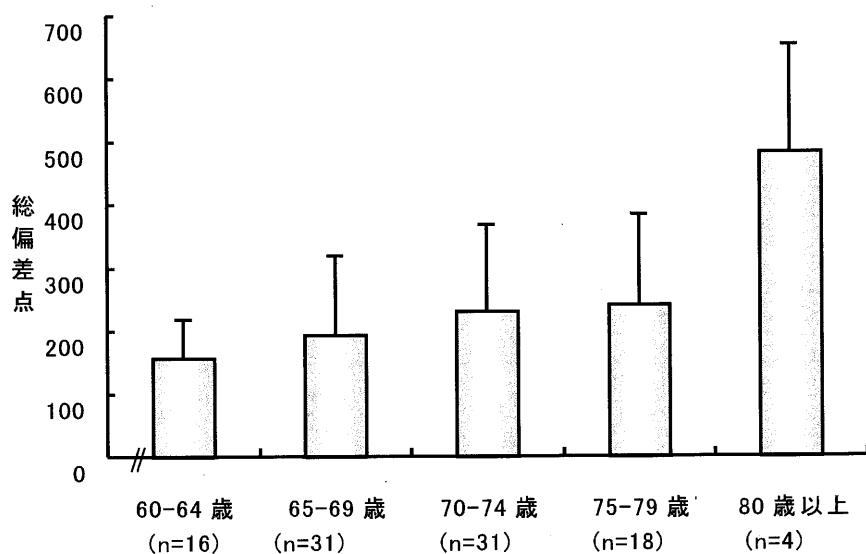



図 2-6　年齢層別総偏差点の平均値

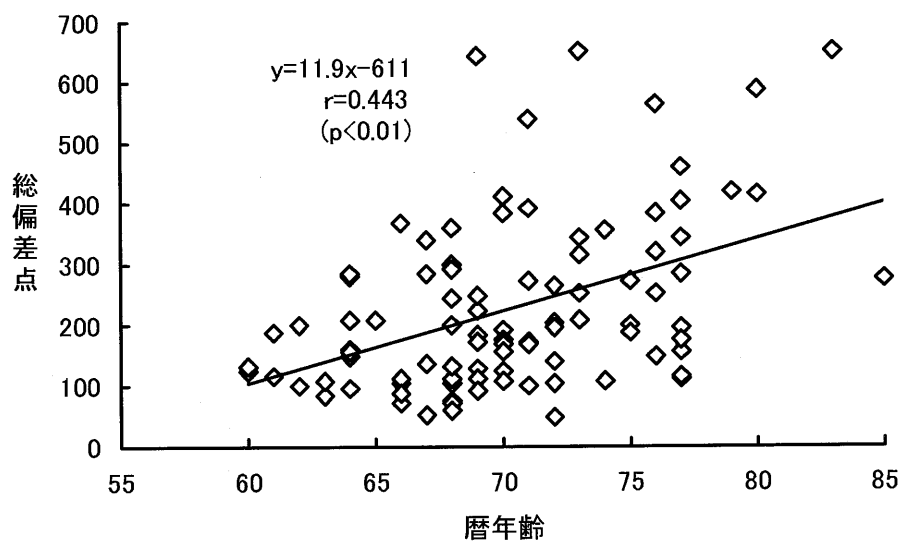



図 2-7　総偏差点と暦年齢との関係

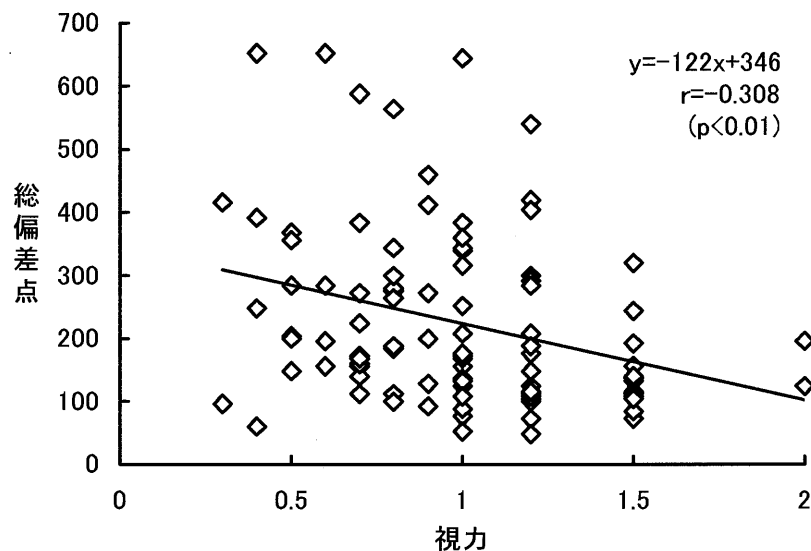



図 2-8　総偏差点と視力(矯正)との関係

2.3.3. 100 色相別の色彩弁別能力

100色相別に偏差点の平均値を求め、その結果を図2-9に示した。ND-100記録整理用紙のパターングラフを参考に、レーダーチャートを用いて 100 hue test の色コマ番号 No. 1～No. 100 を反時計回りに環状に配列した。さらに、780nm を主波長とする No. 1 から No. 4 の赤(R)、No. 9 の黄赤(YR)、No. 18 の黄(Y)、No. 28 の黄緑(GY)、No. 43 の緑(G)、No. 50 の青緑(BG)、No. 57 の青(B)、No. 66 の青紫(PB)、No. 82 の紫(P)、No. 98 の赤紫(RP)を環状に配列した。同心円の数値は平均偏差点を示している。Kinnear 法では、偏差点はスコアシート上で「2」を引いた数値を記入するようになっているため、最小値は 0 である。

平均偏差点の最も高い色相は、No. 100、No. 95 の赤紫(RP)領域、次いで No. 51、No. 50 の青緑(BG)領域となっている。これらは平均偏差点 4. 1 以上で色彩弁別能力は低く、赤紫(RP)系の色相及び青緑(BG)系の色相は識別しにくい色相といえる。反対に平均偏差点の低い色相は、No. 11～No. 16、No. 24 の黄赤(YR)、黄(Y)領域で平均偏差点 1. 0 以下、続いて No. 68～No. 74

の青紫(PB)領域が平均偏差点 1.5 以下である。黄赤(YR)、黄(Y)領域、青紫(PB)領域は識別しやすい色相といえる。

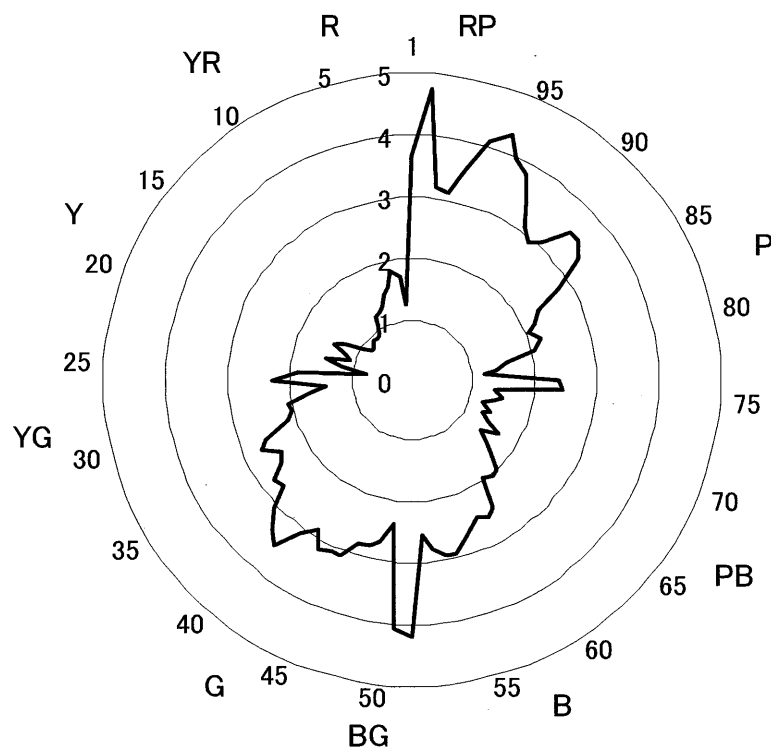



図 2-9　100 色相別平均偏差点

2.3.4. 年齢層の違いによる 100 色相別の色彩弁別能力

年齢層別の 100 色相別平均偏差点を図 2-10〜図 2-14 に示した。年齢が高くなるにつれて、偏差点のグラフが大きくなり、色彩弁別能力が低下していることがわかる。特に 75 歳以上の後期高齢者ではその傾向が顕著になっている。

色相別では、すべての年齢層に共通して、赤紫(RP)、紫(P)領域と緑(G)、青緑(BG)、青(B)領域で偏差点が高くなり、逆に、赤(R)、黄赤(YR)、黄(Y)領域及び青紫(PB)領域では偏差点が低くなっていた。

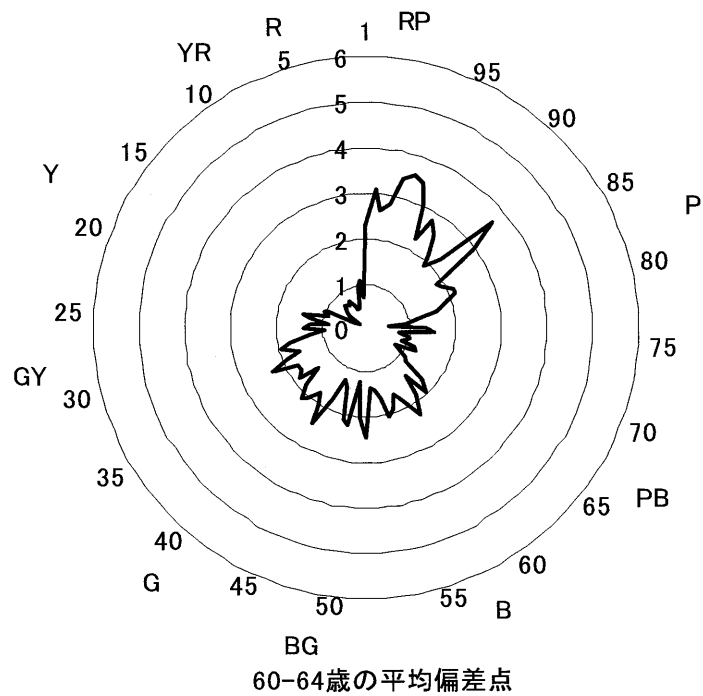



図 2-10　年齢層別平均偏差点(60-65 歳)

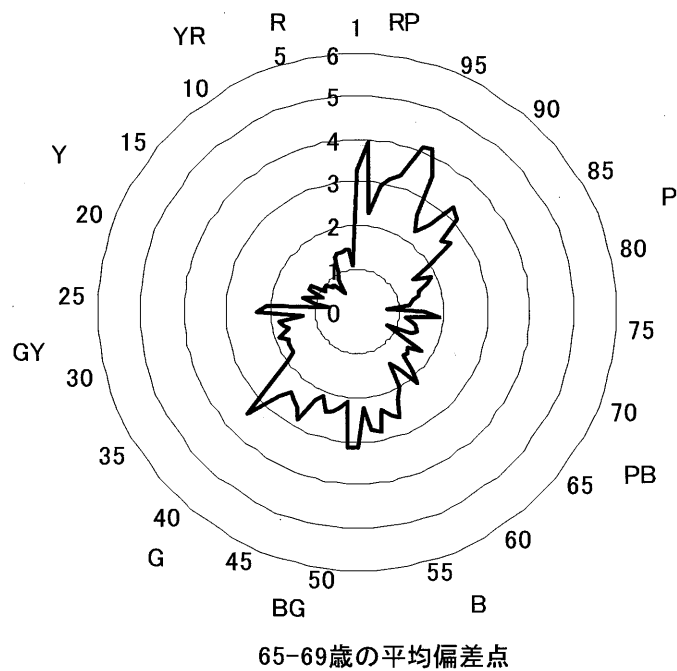



図 2-11　年齢層別平均偏差点(65－70 歳)

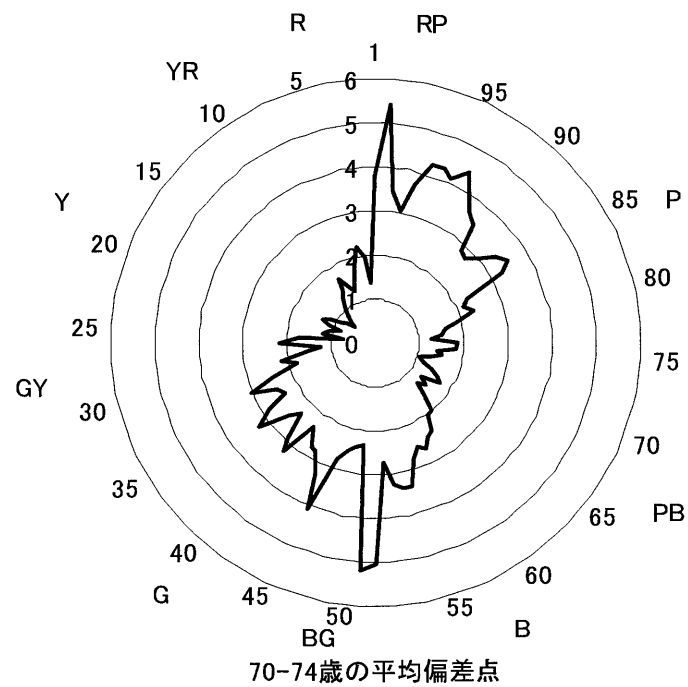



図 2-12　年齢層別平均偏差点(70－74 歳)

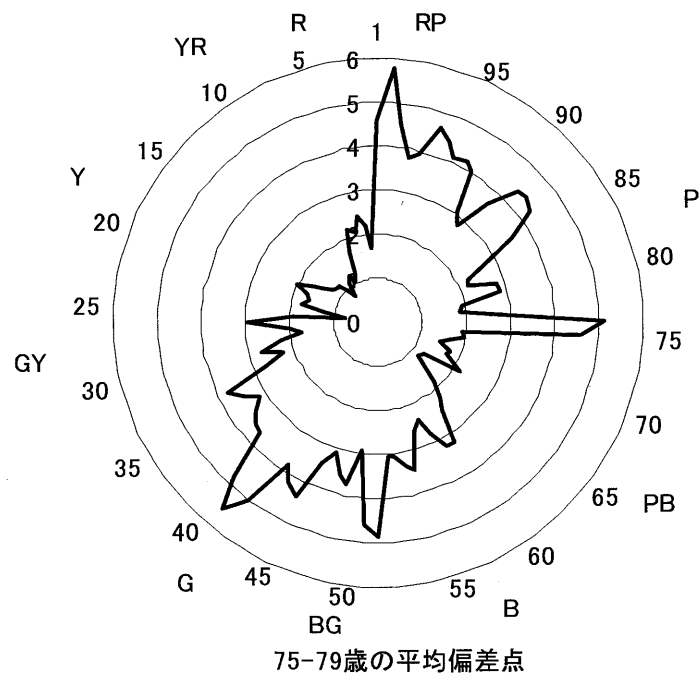



図 2-13　年齢層別平均偏差点(75－79 歳)

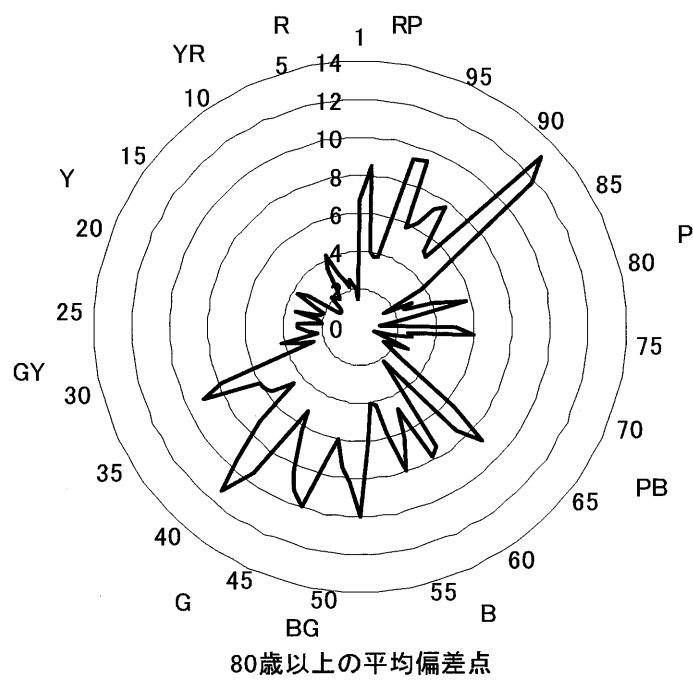



図 2-14　年齢層別平均偏差点(80-85 歳)

2.3.5. 眼疾患有無別の色彩弁別能力

眼疾患のうち、白内障有無別の総偏差点の平均値を図 2-15 に示した。白内障手術後の者が 336.0 点(SD 192.2 点)、白内障有の者は 276.4 点(SD 153.8 点)、白内障無の者は 204.3 点(SD 127.4 点)であった。ここでは、自己申告による白内障の有無の聞き取り結果であるため、白内障の程度やタイプによって違いがあることは想像できるが、詳細な検査は行なっていない。眼疾患有無別では、白内障有の者と無の者との間で総偏差点の平均値の差の検定を行った結果、有意な差($p<0.05$)がみられた。白内障手術後の者については、総偏差点が白内障無の者や有の者より高くなっているが、対象者が 5 名(60 歳代 2 名、70 歳代 2 名、80 歳代 1 名)のため正確な分析はできていない。

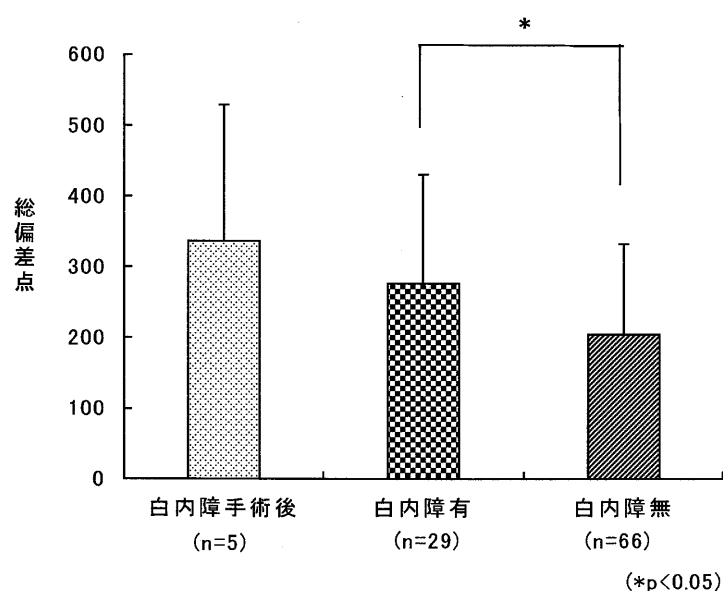



図 2-15　眼疾患有無別総偏差点の平均値

さらに、この結果から眼疾患有無別の 100 色相別平均偏差点を求め、図 2-16～図 2-18 に示した。白内障無の者の平均偏差点は、白内障有の者及び白内障手術後の者より低い。白内障を発症することで、平均偏差点は高くなっている。白内障手術後の者については、被験者が 5 名と少なく、個人差が大きくてばらつきがあり、偏差点は著しく高くなっている。

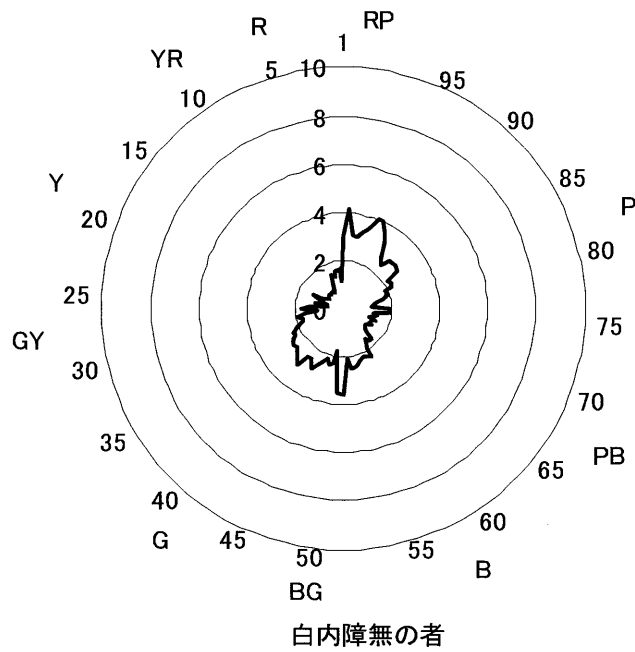



図 2-16　眼疾患有無別平均偏差点(白内障無)

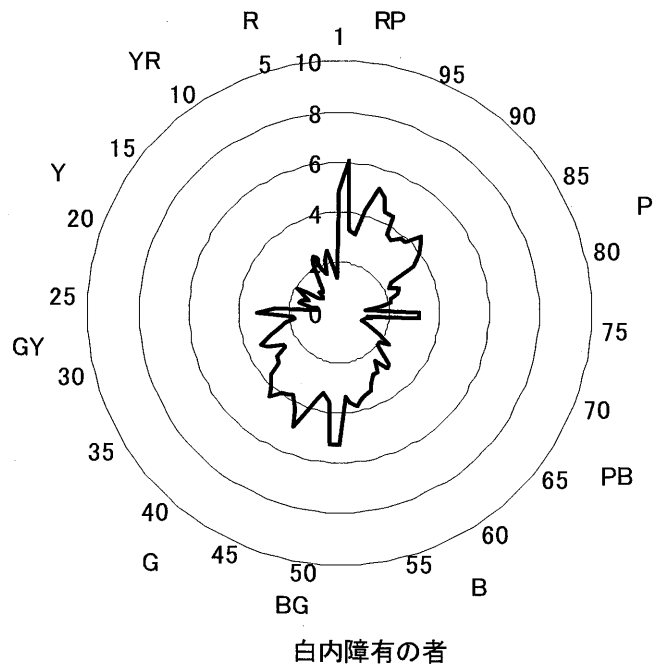



図 2-17　眼疾患有無別平均偏差点(白内障有)

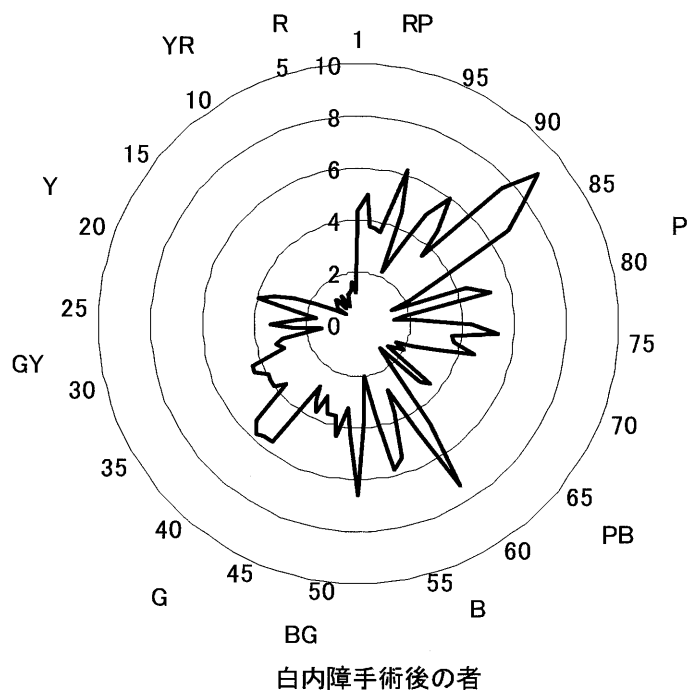



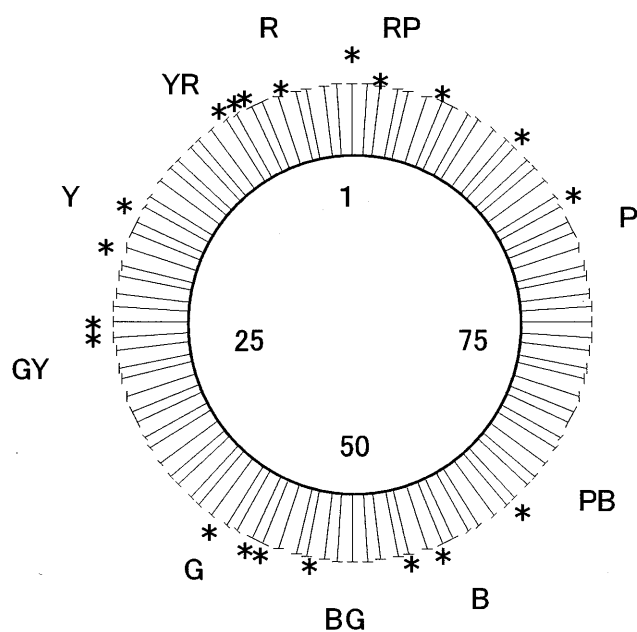
図 2-18　眼疾患有無別平均偏差点(白内障手術後)

＊p<0.05

図 2-19　白内障有無間の 100 色相別平均偏差点の差の検定

そこで、次に白内障有の者と無の者の間で、100色相の平均偏差点について平均値の差の検定を行った。その結果を図2-19に示した。

No.1、5、7、8、9、18、21、26、27、42、45、46、49、54、56、62、85、90、96、100の色相において有意差($p<0.05$)がみられた。

これら20の色相についてみると、識別しにくい色相の赤紫(RP)及び青緑(BG)領域や、識別しやすい色相の黄赤(YR)・黄(Y)及び青紫(PB)領域が含まれており、これらの両方の領域に差がみられた。逆に、黄緑(GY)～緑(G)領域や青紫(PB)～紫(P)領域では差がみられなかった。

2.4. 考察

加齢に伴って、視覚特性に様々な変化が生じ、このうち、水晶体は、加齢によって透明度が低下し透過率は減少する。さらに、加齢とともに水晶体の弾力性が低下し毛様体筋も弱体化するため、焦点調節力が低下することが明らかになっている。水晶体の加齢に伴う変化は、視力、焦点調節力、色識別力などの低下やグレアの増加を引き起こすといわれている。

矢野ら(1991、1993)は、光源の光色と不快グレアに関して、高齢者及び若年齢者に対して実験検討した結果、高齢者は若年齢者よりも不快グレアを感じやすく、しかも相対色温度の高い光源ほど感じやすいと報告している。福田ら(1963)は、加齢とともに焦点調節力は低下し、60～70歳になると若齢者の1/10程度になると報告している。

このような高齢者の視覚特性を踏まえて、本調査の結果からは、総偏差点と暦年齢、総偏差点と視力との関係に相関がみられ、加齢が進行するにつれてすべての色相で色彩弁別能力は低下することが確認できた。視力と色彩弁別能力の相関は、暦年齢と色彩弁別能力の相関よりやや低かった。このことは、視力は5mの距離で測定され、色彩弁別能力は手元距離で測定されたことも一因であると推察される。視力検査は一般的な5m視力検査を行なったが、高齢者にはさらに近見視力検査を併用すべきであった。

100 色相別の色彩弁別能力は、すべての年齢層で赤紫(RP)系及び青緑(BG)系の色相が低く、逆に黄赤(YR)系及び青紫(PB)系の色相が高かった。色彩弁別能力が劣る色相としては、矢野(1991)・行田(1991)がいう赤紫(RP)領域が同じであった。行田(1991)は赤紫(RP)領域と黄(Y)領域を挙げている。本研究では、赤紫(RP)領域に青紫(PB)領域が加わっているが、この結果は、梶原(1997)の 100 色相を 10 色相に区分した報告とほぼ同様の傾向であった。このことから、高齢者層では識別しやすい色相、識別しにくい色相に一定の方向性があることが明らかになった。

標準的な人間の眼の分光感度として、標準比視感度曲線[$V(\lambda)$関数]がCIE(国際照明委員会)によって 1924 年に定められている。この比視感度曲線 $V(\lambda)$は明るいところで働く視細胞(錐体)の感度で示されている。それによると 555nm(黄緑)にピークを持つスムーズなベル状の曲線である。スペクトル光の黄緑(YG)領域が最も感度が良いが、100 色相別の平均偏差点では、それより長波長側の黄(Y)領域、黄赤(YR)領域の色彩弁別能力が高くなっていた。

また、スペクトル光の波長が変化することによって、次第に色相も変化していくが、この色相の違いを感じる最小の波長の差異⊿λは波長の関数となり、この⊿λは波長弁別域といわれる。この最小の弁別域について、Wright と Pitt(1934)は 5 名の被験者の平均値から得られた実験結果から、2 つの極大値と 3 つの極小値をもつ曲線を得ている。極小値は青紫(440nm)、青緑(490nm)、黄赤(590nm)である。また極大値は青(460nm)、緑(530nm)である。そして弁別域の最小値は 1nm 程度である(池田 2003)。100 hue test のパターングラフでは、赤紫(RP)領域と紫(P)領域の一部は色度図上で非スペクトル色に属し波長で表現できないが、赤(R)領域を長波長側、紫(P)領域、青紫(PB)領域を短波長側とすると、波長弁別曲線と比較することができる。長波長側の赤(R)領域、短波長側の紫(P)領域、及び波長 530nm 付近の緑(G)領域は、他の色相と比較して平均偏差点が高く色彩弁別能力が低かった。Wright と Pitt による波長弁別曲線と近似した傾向を示していた。しかし、波長 490～495nm 付近の青緑(BG)領域は、平均偏差点が高く色彩弁別能力は低かった。波長弁別曲線では弁別能力

が高くなっており、異なった傾向を示していた。Wright と Pitt の実験結果はかなり個人差があることや、実験に用いた光源色と物体色(100 hue test)の違いによるものと推察される。

眼疾患有無別では、白内障有の者と無の者との間で総偏差点に有意な差がみられ、白内障は色の見え方に影響を及ぼしていると考えられる。一般に老人性白内障により、黄と青系の色の認識が低下するといわれている。白内障有の者と無の者との間の 100 色相別平均偏差点の平均値の差の検定からは、識別しやすい色相にも、識別しにくい色相にも有意差がみられた。また、白内障の有無に影響がない色相領域のあることも判明した。黄緑(GY)～緑(G)領域と青紫(PB)～紫(P)領域においては白内障を有していてもそれを有しない高齢者と比較しても色彩弁別能力に差がないことを示している。眼疾患の有無については、自己申告であったため疾患の程度や、特に白内障は徐々に進行するため自覚症状を感じていない場合も考えられる等の問題点を含んでいる。しかし、疾患の有無別で有意差が認められたことから、高齢者の色彩弁別能力の低下には白内障などの疾患の有無が関与していると考えられる。

池田ら(2003)の白内障擬似体験ゴーグルによる色票の見えの変化の報告では、高齢者の色識別能力の低下は、特に低照度、短波長において顕著である。刺激が弱くなると、赤―緑、黄―青の色のカテゴリーのうち、黄―青が弱くなり、非常に小さい対象物は、黄や黄緑は白っぽく、青や青紫は黒に、赤・黄赤・赤紫はピンク、明るい青や青緑は緑に変化して見える。知覚から黄色と青のカテゴリーが無くなり、白、黒、赤、緑にまとまる(小面積第 3 色覚異常)としている。

色覚特性の分類は細分化されているが、大まかに捉えると、色覚障害者の約 25%が網膜の錐体細胞の赤感受性の視物質の遺伝子に変異を生じた「第 1 色覚障害」、約 75%が緑感受性の視物質の遺伝子に変異を生じた「第 2 色覚障害」で赤と緑の視物質はどちらが失われても似た症状になり、赤～緑の波長域で色の差を感じにくくなるため「赤緑色覚障害」と総称されている。また、青感受性の遺伝子に変異を生じた「第 3 色覚障害」は色覚障害者の約 0.02%と稀で黄～青の波長域で色の差を感じにく

くなるため「青黄色覚障害」と呼ばれている。これらの分類からすると、白内障疾患者は「青黄色覚障害」に近い色覚特性を持っているといえる。

高齢者の色彩弁別能力の低下は、加齢による水晶体の黄変化の影響に加えて、水晶体の透過率の低下による網膜照度の低下や、さらに、脳内の情報処理能力の低下などの影響が考えられる。白内障の影響も一要因と推察されたことから、高齢者に対しては、水晶体が黄変化しても見やすい色相領域と、白内障の有無に影響されない色相領域に着目した色彩計画の必要性が示唆された。